Aus den seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin.
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel

Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Bedeutung des Fischeiweißes

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin

vorgelegt von

Gerhard Vogel

aus Leipzig

Tag der Promotion: 10. Novemer 1939

Buchdruckerei Franz Linke, Berlin NW 7, Marienstr. 13

M 293

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Seitdem durch den Vierjahresplan sich in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit in erhöhtem Maße der Frage zugewendet hat, wie weit die Ernährung des deutschen Volkes aus eigener Erzeugung mit Hilfe einer intensiveren Ausnutzung vorhandener Rohstoffquellen und durch die Erschließung neuer Rohstoffquellen bei gleichzeitig gesteigerter Verwertung von Neben- und Abfallprodukten, die bei der Verarbeitung der Rohstoffe anfallen, durchgeführt werden kann, haben sich mit besonderer Eindringlichkeit die Lücken unserer Rohstoffversorgung auf verschiedenen Gebieten gezeigt. Eines der wichtigsten Probleme dieser Art stellt die Eiweißversorgung des deutschen Volkes aus eigenen Quellen Deutschlands dar. Man kann hier von einer „Eiweißlücke" in der deutschen Volksernährung sprechen, die im wesentlichen auf 2 Wegen zu schließen sein wird: In erster Linie ist naturgemäß eine restlose Ausnützung schon anfallender Eiweißmengen zu erstreben. Daß dabei neben der menschlichen Ernährung auch der Nahrungsbedarf bei der Viehzucht berücksichtigt werden muß, versteht sich von selbst.

Vor allem aber ist die Erschließung neuer Eiweißquellen eine volkswirtschaftliche Notwendigkeit. Als Beispiel sei der gesteigerte Anbau der Süßlupine genannt, die auf dürrem Boden gedeiht, der für andere Feldfrucht überhaupt nicht verwendbar ist und mithin eine neue Quelle vegetabilischen Eiweißes darstellt. Auch an die Sojabohne muß in diesem Zusammenhang erinnert werden, deren Kultivierung aber einen besseren Boden verlangt, der kaum in erheblicherem Umfange noch hierzu zur Verfügung steht.

Eine fast unerschöpfliche Eiweißquelle tierischer Art stellen das Meer und unsere Binnengewässer mit ihrem Fischreichtum dar. W. Ziegelmayer hat in seinem Buche über die Rohstoff-Fragen der deutschen Volksernährung (1) in dem Kapitel „Rohstoff Fisch" die sich hier ergebenden Möglichkeiten einer eingehenden Würdigung vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus unterzogen; es gewinnen danach Fischfang und Fischkonsum bei der Vielseitigkeit der Verwertungs- und Verwendungsmöglichkeiten des Fisches und seiner Abfallprodukte für die deutsche Volksernährung im Sinne der Nährfreiheit eine erhöhte Bedeutung.

Der Fisch spielt als Eiweißspender eine Hauptrolle. Das Fischeiweiß wird hauptsächlich in der menschlichen Ernährung als Muskelfleisch des Fisches und in den Fischeiern, z. B. im Kaviar, zugeführt. Unter den Organen des Fisches — soweit sie bei der menschlichen Ernährung eine Rolle spielen — ist eigentlich nur die Fischleber zu nennen, die aber als Eiweißquelle weniger in Frage kommt und ihre ausschließliche Bedeutung für die Ernährung durch das aus ihr gewonnene Produkt, den vitaminreichen Lebertran, erhält.

Wenn wir uns über den ernährungsphysiologischen Wert eines eiweißhaltigen Nahrungsmittels, wie es der Fisch in seinem Fleisch und seinen Eiern darstellt, unterrichten wollen, ist es zweckmäßig, zuförderst etwas über die Beschaffenheit desselben zu sagen. — Deshalb seien hier zunächst einige Angaben über das in dieser Hinsicht in der Literatur bereits vorliegende Material über die allgemeine chemische Zusammensetzung des Fischfleisches, über den Vitamingehalt des Fischfleisches, über die entsprechende Zusammensetzung der Fischeier, über den Einfluß des Genusses von Fischfleisch, Fischeiern und Fischbouillon auf die Tätigkeit der Verdauungsorgane und über die Resorption des Fischeiweißes im Verdauungskanal gemacht.

1. Die allgemeine chemische Zusammensetzung des Fischfleisches.

Aus dem Handbuch der Lebensmittelchemie von A. Bömer, A. Juckenack, J. Tillmanns (2) sei hierzu folgende Tabelle entnommen, die von J. König und A. Splittgerber aufgestellt wurde und die die Zusammensetzung der natürlichen Substanz einiger Fischarten in Prozentzahlen wiedergibt:

Fischart	Wasser %	Stickstoffsubstanz (N × 6,25) %	Fett %	Asche %	Wasserlösliche Stoffe %	Leim %
Schellfisch	76,18	23,94	0,27	0,84	0,43	0,94
Heilbutt	76,77	20,59	2,54	1,13	3,13	0,60
Hecht	78,73	20,87	0,31	1,04	5,29	1,39
Karpfen	73.34	20,50	6,21	1,22	3,60	1,15
Lachs	67,15	23,02	8.82	1,20	4,66	0.79
Hering	77,98	18,59	3,44	1,35	3,39	2,29

Albumin %	Kreatin %	Kreatinin %	Xanthinbasen %	Gesamtschwefel %
0,84	0,003	0,065	0,081	1,22
1,65	—	0,083	0,079	0,94
2,53	0,041	0,060	0,015	0,92
1,45	0,045	0,053	0,039	1,34
1,19	0,009	0,068	0,045	1,45
1,23	—	—	—	0,86

Hiernach schwankt der Gehalt an Mineralstoffen zwischen 1—1,5 %, dies bedeutet gegenüber Fleisch von Warmblütern eine geringe Erhöhung. Nach J. König ist der Natriumanteil gegenüber dem Kaliumanteil bei Fischfleisch höher als beim Warmblüterfleisch. Nach dem Handbuch entspricht auch ein etwas erhöhter Gehalt an Fluorsalzen dem erhöhten Gehalt des Meerwassers an diesen Salzen. Ueber den Jodgehalt liegen nach den Angaben nur unsichere Werte vor. (Dorsch-Klippfisch 0,56—0,68 mg in 100 g). In der Zusammensetzung der Stickstoffsubstanz soll sich im Vergleich zum Warmblüterfleisch kein wesentlicher Unterschied finden. Im Fisch ist aber bekanntlich Trimethylamin enthalten, das dem Fischfleisch den eigenartigen, vielen Menschen unangenehmen Geruch verleiht. Lediglich der Fettgehalt unterliegt stärkeren Schwankungen, die vor allem durch Art, Alter und Geschlecht der Fische bedingt sind. So sollen ruhende Fische im allgemeinen fettreicher sein als wandernde, am größten soll der Fettreichtum zwischen den Laichzeiten sein. Ueberhaupt sollen Alter und Laichzeit einen bestimmenden Einfluß auf die chemische Zusammensetzung des Fischfleisches ausüben.

Die Angaben über die Zusammensetzung der Proteine des Fisches seien den Ergebnissen der Untersuchungen von E. Abderhalden, E. Baertich und W. Ziesecke (3 u. 4) entnommen. Sie stellten die bei Hydrolyse von Fischeiweiß nachweisbaren Aminosäuren fest. Auf 100 g Muskeleiweiß des Kabeljaus berechnet, erhielten sie folgende Mengen in Gramm ausgedrückt (nicht auf Rohausbeuten, sondern auf die reinen Aminosäuren bezogen):

Glykokoll	vorhanden	Asparaginsäure	0,6
Alanin	5,7	Glutaminsäure	7,5
Serin	1,8	Phenylalanin	1,1
Cystein	vorhanden	Tyrosin	2,0
Cystein + Cystin	0,6	Arginin	6,8
Methionin	0,3	Lysin	8,0
Valin	3,7	Histidin	4,8
Norvalin	0,4	Prolin	2,8
Norleucin	0,4	Oxyprolin	0,9
Leucin	7,5	Tryptophan	2,1
Isoleucin	1,5		

Die Untersucher betonen dabei die Wichtigkeit der Anwesenheit von Tryptophan und Cystein; Arginin und Lysin sind ebenfalls in erheblicher Menge vorhanden. E. Abderhalden (4) stellte weiterhin fest, daß sich in der Zusammensetzung der Proteine einzelner Fische starke Unterschiede untereinander und im Vergleich mit Säugern ergaben. So

fand er stärkere Unterschiede im Prolin-, Asparaginsäure-, Phenylalanin-, Alanin- und Glutaminsäuregehalt. Auch der Gehalt an Diaminosäuren erwies sich nach Abderhalden im Fischmuskel im allgemeinen höher als beim Säugetier. Abderhalden, Baertisch und Ziesecke zeigten außerdem an Fütterungsversuchen, die an jungen Ratten vorgenommen wurden, daß bei Verfütterung von Fischeiweiß eine etwas höhere Gewichtszunahme als bei Kasein erzielt werden konnte (Gesamtdurchschnitt bei den „Kaseinratten" 114,06 % und bei den „Fischmuskel-Ratten" 128,43 %). Das Fischeiweiß ist demzufolge als ein hochwertiges Eiweiß für den Baustoffwechsel (Wachstum und Regeneration) zu betrachten.

J. Schormüller (5) untersuchte eine „Probe Fischeiweiß", wobei er sein Augenmerk vor allem auf die kolloidchemischen, den Charakter eines Proteins bestimmenden Eigenschaften richtete. Das untersuchte Fischeiweiß stellte ein lockeres, schwach grau gefärbtes Pulver dar. Es löste sich leicht in Wasser zu einer zäh viscosen, gelblichen Flüssigkeit, deren Fischgeruch vor allem beim Erwärmen merklich hervortrat. Dieser Fischgeruch haftet dem Protein sehr fest an, wie sich beim Durchsaugen durch vorgelegte n/10 Salzsäure erkennen ließ. Schormüller bestätigte in Uebereinstimmung mit den Untersuchungen von E. Abderhalden den Gehalt des vorliegenden Fischeiweißes an Aminosäuren, wie sie einem vollwertigen Protein eigentümlich sind. Bei seinen qualitativen Untersuchungen des Fischproteins untersuchte Schormüller, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, gleichlaufend Albumin aus Eiern (Merck) und in einigen Malen chinesisches Hühnereiweiß. Bei der Prüfung auf Aminosäuren wurde Fischeiweiß nach Abderhalden und Mitarbeitern der Hydrolyse unterzogen. Das Fischprotein (Kabeljau) zeigte gleich Ovalbumin alle typischen Eiweißreaktionen (Millon-Zuwerkalow, Adamkiewicz-Winkler, G. Jean, Biuret- und Xanthoproteinprobe). Weiterhin konnte das Vorhandensein niedrig molekularer Substrate im Fischeiweiß festgestellt werden (Ninhydrinreaktion). Des weiteren wurden Verdauungsversuche mit Pepsin, Trypsin und Papain ausgeführt. Auch hier wurde zum Vergleich Eialbumin herangezogen. Es ergab sich für die Verdaulichkeit des Fischproteins im Organismus kein wesentlicher Unterschied gegenüber Proteinen der Warmblütler. Bei Bestimmung der

Stabilität von Fischeiweißlösung bei wechselndem p^H (Versetzung mit steigenden Mengen n/100 HCl) ergab sich aus der Trübungskurve der wässrigen Lösung eine Trübung innerhalb eines p^H-Bereiches von 4,69—4,15 mit einem Maximum bei 4,34. (Messung im Nephelometer von Zeiß). Gegenüber Eialbumin (p^H = 4,8) und Serumalbumin (p^H = 4,7) bedeutet dies demnach eine Verschiebung nach der sauren Seite. Vorgenommene Ultrafiltration von Fischeiweißlösungen ergaben, daß der größte Teil des untersuchten Proteins auch in seinem molekularen Bau das Verhalten eines echten Proteins zeigte und nur ein relativ geringer Teil als weiter desaggregierte Abbaustufen von eiweißähnlichem Charakter zu betrachten war. Alle Fraktionen der Ultrafiltrate zeigten die typischen Reaktionen eines Proteins (wie auf Tyrosin, Tryptophan, Biuret und positive Ninhydrinfärbung). Zum Schluß untersuchte Schormüller je einprozentige Lösungen von Fischeiweiß, chinesischem Hühnereiweiß und Eialbumin im Höppler-Viscosimeter auf Zähigkeit. Die Messungen ergaben hier eine gegenüber anderen Proteinen erhöhte Vicosität des Fischeiweißes.

2. Die Zusammensetzung der Fischeier.

Als Durchschnittswerte, entnommen den Nahrungsmitteltabellen von Schall-Heißler, seien folgende Analysenzahlen für frischen Kaviar genannt: Eiweiß 27 %, Fett 12,5 %, Kohlehydrate 5,5 %, Purinbasenstickstoff 0,04 %, Wasser 45 %, Lecithin 2—3 %. Die Kalorienzahl für 100 g frischen Kaviar wird mit 235 bezeichnet. Ueber den Mineralstoffgehalt sind in Milligrammen in dieser Substanzmenge folgende Zahlen angegeben:

K_2O	508	Fe_2O_3	8	Na_2O	1177
P_2O_5	404	CaO	192	SO_3	37
MgO	35	Cl	1819		

Basensumme in Milliäquivalenten	57,71
Säuresumme in Milliäquivalenten	69,32
Säureüberschuß	11,61

Im einzelnen liegen Untersuchungen über die Stickstoffverbindungen des Fischrogens von J. König und J. Großfeld (6) vor. Durch Auszug aus zerriebenem Fischrogen bzw. Kaviar wurde durch Fällung ein Eiweißkörper dargestellt, der als Ichthulin (G. Walter) bezeichnet wurde. Die

Dekantate von Ichthulin ergaben beim Eindampfen eine Fällung von Albumin, das nach O. Hammarsten wahrscheinlich ein vitellinähnliches Nucleoalbumin darstellte. Das Filtrat vom Albumin wurde nun weiterhin auf Aminoverbindungen und Basen untersucht. An Fleischbasen enthielten demnach sämtliche von J. König und J. Großfeld untersuchten Rogen Xanthinstoffe und Kreatinin. An Xanthinstoffen wurden dabei Xanthin und Hypoxanthin isoliert und an freien Aminosäuren konnten mit Sicherheit Taurin, l-Tyrosin, Glykokoll und Thymin nachgewiesen werden. Den Gehalt an Proteinen zeigt folgende Tabelle, die dem Werk von J. König (6) entnommen wurde:

Protein	Angewendete Menge (N x 6,25) %	Tyrosin %	Sonstige Aminosäuren *) %	Histidin %	Arginin %	Lysin %	Xanthinbasen **) %	Isol Aminosäuren %
Ichthulin aus:								
Seiblingsrogen	59,25	2,8	2,5	0,54	0,41	0,01	0,37	6,6
Kabeljaurogen	59,35	5,4	2,6	0,55	0,54	0,02	Spur	9,1
Russischer Kaviar	23,35	5,5	7,1	0,47	0,97	0,01	0,08	14,1
Elbkaviar	31,86	2,5	3,1	—	—	—	Spur	5,6
Dorschkaviar	10,85	3,5	5,7	0,69	0,42	0,02	0,38	10,0
Albumin aus:								
Kabeljaurogen	16,35	1,8	4,1	0,31	0,44	0,03	Spur	6,6
Elbkaviar	6,60	8,6	8,8	0,82	0,92	0,07	Spur	19,2

Außer in diesen Proteinen konnte in den Eischalen vom Karpfen und im Ichthulin vom Karpfen die Gegenwart von Tyrosin und Leucin nachgewiesen werden. Das Ichthulin enthielt außerdem Glutaminsäure. L. Hugonnenq (6) konnte aus dem Heringsrogen mittels Hydrolyse Arginin (2,7 %), Lysin (2 %), Histidin (0,4 %), Tyrosin (1,0 %), Leucin (21,2 %), verschiedene Aminosäuren (50,7 %) und Huminstoff zur Darstellung bringen. Unter den Aminosäuren wurden dabei nachgewiesen: Aminovaleriansäure, Alanin, Serin, Phenylalanin und Asparaginsäure. Nicht dagegen gelang der Nachweis von Glykokoll und Glutaminsäure.

Fischrogen gehört demzufolge zu den eiweißreichen Nahrungsmitteln, die auch gleichzeitig einen gewissen Fettreichtum aufweisen.

---

*) soweit mit dem Trosin zusammen auskristallisierten, in der Hauptsache Lysin.

**) Die stark wechselnden Mengen lassen vermuten, daß die Xanthinbasen nicht dem Proteinmolekül angehörten, sondern bei ihrer Schwerlöslichkeit der Kaltwasser extraktion entgingen und somit nur eine Verunreinigung der Proteine darstellten.

3. Der Vitamingehalt des Fischfleisches, des Fischrogens und der Fischleber.

Aus der Literatur seien die folgenden Angaben über das Vorhandensein von Vitaminen im Fischfleisch den Ausführungen von A. Scheunert (7) im Kapitel „Vitamine" des Handbuches der Lebensmittelchemie von A. Bömer, A. Juckenack und J. Tillmanns entnommen.

Bezüglich des Gehaltes an Vitamin A besteht demzufolge im allgemeinen eine gewisse Parallelität mit dem Fettgehalt. Fettreiche Fische sollen entsprechend höheren Vitamingehalt als fettarme aufweisen (Drummond) (8). Nach A. Scheunert soll dies jedoch auch Schwankungen unterlegen sein. Einen konstanten hohen Vitamin-A-Gehalt fand er stets beim Bückling. Er erklärte dies dadurch, daß beim Räuchern infolge der Erwärmung das Vitamin aus den Organen des Fisches, die es angeblich reichlich enthalten, mit dem Fett austritt und sich im ganzen Fisch verteilt. Des weiteren wurden Sprotten, Flundern, Räucheraal, von Seefischen Dornhai und Austernfisch reich an Vitamin A befunden. Die meist gebräuchlichen Seefische sollen dagegen nach A. Scheunert nur einen geringen Vitamin-A-Gehalt aufweisen (Köhler, Kabeljau, Schellfisch und Lengfisch). Als sehr vitamin-A-reich ist nach Untersuchungen von K. H. Coward und J. C. Drummond (9) der Fischrogen anzusehen. Ebenso ist der besondere Reichtum der Fischleber an Vitamin A schon lange bekannt. In den Anfängen der Vitaminforschung stellte es sich schon heraus, daß der Lebertran zu den reichsten tierischen Quellen an Vitamin A gehört. Es sollen von einem sehr wirksamen Tran schon 1—2 mg genügen, um an Vitamin A verarmte Ratten zu heilen und zu gutem Wachstum zu bringen. Besonders hervorzuheben sind bekanntlich die Leberöle vom Dorsch, doch sollen auch in ihrem Vitamin-A-Gehalt Schwankungen auftreten, die von der Nahrung und von dem Ernährungszustand der Fische in den verschiedenen Fangzeiten abhängen (J. C. Drummond und S. S. Zilva) (10). Auch die Leberöle anderer Fischarten werden als vitamin-A-haltig bezeichnet, wobei ebenfalls das Vorhandensein größerer Schwankungen auffällt.

Es ist schon sehr lange bekannt, daß dem Lebertran bei rachitischen Erkrankungen eine große Heilwirkung zukommt. Jedoch für die Entwicklung der Kenntnis des eigentlichen antirachitschen Vitamins — dem Vita-

min D — erlangten vor allem eine Reihe von Untersuchungen Bedeutung, die von Mc. Collum, Simmonds, Shipley und Park (11) ausgeführt wurden. Es gelang erst diesen Forschern nachzuweisen, daß die Rachitis verhütende Wirkung nicht an das Vitamin A geknüpft war, sondern an eine andere Substanz. Dem neugefundenen und ebenfalls fettlöslichen Faktor wurde die Bezeichnung D zuerkannt. (Mc. Collum, Simmonds, Becker) (12). Der Dorschlebertran steht nun als reichste tierische Quelle von Vitamin D hier ebenfalls im Vordergrund. Schwankungen im Gehalt kommen jedoch auch vor. Poulsson (13) stellte im norwegischen Dorschlebertran doppelt soviel Vitamin fest wie im neufundländischen. Im allgemeinen soll eine gewisse Parallelität im Vorkommen der Vitamine A und D im Lebertran bestehen. Auch bei der Prüfung anderer Fischöle traten unterschiedliche Werte zutage. Zum Teil konnten noch reichere Trane ausfindig gemacht werden. Bei der Klärung der für die Volksernährung wichtigen Frage, ob durch den Genuß von Seefischen eine Vitamin-D-Zufuhr erfolgt, ergab sich bei Untersuchungen, die A. Scheunert an frischen Fischen anstellte, ein negatives Ergebnis. Es kann aber eine durch experimentelle Belege begründete Erklärung dafür vom Untersucher noch nicht gegeben werden.

Im Gegensatz zu seinem hohen Gehalt an Vitamin A und D wurde der Lebertran arm an Vitamin E befunden (H. M. Evans und G. O. Burr) (14). Auch hier soll stark schwankender Gehalt vorliegen.

A. Bickel (18) untersuchte frischen Störkaviar auf seinen Gehalt an Wachstumsvitamin. Aus seinen Versuchen, bei denen die prozentige Gewichtszunahme von je 10 jungen männlichen Ratten ermittelt wurde, von denen die eine Gruppe vitaminfreies Futter (das Eiweiß wurde hier in Form von durch Erhitzen vitaminfrei gemachtem Kasein gegeben), die andere Gruppe frischen Störkaviar erhielt, ergab sich, daß der frische Kaviar reichlich Wachstumsvitamin enthielt. Auch bei Versuchen über den Gehalt des rohen Zanderfleisches an Wachstumsvitamin konnte Bickel zeigen, daß im rohen Zanderfleisch Wachtumsvitamin in erheblicher Menge und zweifelsfreier Weise vorhanden ist. Die Gewichtszunahme bei den damit ernährten Tieren war beträchtlich.

Da tierische Fette und Oele bekanntlich die wasserlöslichen Vitamine nicht enthalten, ist der Vitamin-B-Komplex auch nicht im Lebertran vorhanden. Im Fisch-

fleisch selbst wurden ebenfalls nur sehr geringe Mengen von Vitamin B gefunden (E. A. Cooper) (15). Etwas größer scheint der Gehalt an Vitamin B im Fischrogen zu sein. (H. Chick und E. M. Hume) (16). Nach den Untersuchungen von A. Scheunert wurden bei den in Deutschland wichtigsten Fischen in gekochtem, gebratenem und geräuchertem Zustande wechselnder und sehr geringer Vitamin-B-Gehalt gefunden. In vielen Fischarten (Goldbarsch, Schellfisch, Kabeljau, Köhler, Lengfisch, Hering, Sprotten, Sardellen, Oelsardinen) waren nur Spuren enthalten. Der höhere Gehalt des Fischrogens an Vitamin B läßt sich durch einen gesteigerten Bedarf der jungen Generation an diesem Vitamin erklären.

Das Vitamin C scheint im Fischfleisch nicht in nennenswerten Mengen enthalten zu sein.

4. Ueber den Einfluß des Genusses von Fischfleisch, Fischeiern und Fischbouillon auf die Tätigkeit der Verdauungsorgane.

Die Angaben zu diesem Abschnitt sind den Arbeiten von W. N. Boldyreff (17) und A. Bickel (18) entnommen. Boldyreff schildert in seiner Arbeit die Tätigkeit der wichtigsten Verdauungsdrüsen — der Magendrüsen und der Bauchspeicheldrüse — bei Fisch- und Fleischnahrung. Er gewann seine Ergebnisse an Hunden, denen an verschiedenen Abschnitten des Verdauungstractus nach der Pawlowschen Methodik Fisteln angelegt worden waren. Es seien hier zusammenfassend die Ergebnisse erwähnt. Bei den Versuchen verabreichte Boldyreff als Fleischnahrung Pferde- und Ochsenfleisch, dem gegenüber standen entsprechende Mengen an Fischfleisch, die einen äquivalenten Gehalt an Eiweiß aufwiesen. Es ergab sich bei den Versuchen, daß bei der sog. psychischen Phase bei Scheinfütterung (Phase der psychischen oder Appetit-Saft-Absonderung) die Saftabsonderung bei Fisch der beim Fleisch nachstand. Ebenso erwies sich hier der Eiweiß-Fermentgehalt des Magensaftes bei Fischfütterung geringer als bei Fleischfütterung. Dagegen konnte gezeigt werden, daß die Extraktivstoffe aus Fisch, die als Fischbouillon gegeben wurden, eine bedeutend reichlichere Magensaftsekretion im Gegensatz zu einer Fleischbouillon, die aus einer ihrem N-Gehalt nach äquivalenten Menge Fleisch bereitet worden

war, hervorriefen. Der Pepsingehalt des Magensaftes war allerdings etwas geringer als beim Fleisch. Im Mittel bewirkte die Bouillon aus Fisch, welche in einer Menge von 150 ccm in den Magen des Versuchstieres eingegossen wurde, eine Sekretion von 9,6 ccm Magensaft. Auf die Fleischbouillon dagegen, die aus der äquivalenten Fleischmenge durch genau die gleiche Bearbeitung erhalten worden war, wurden im Mittel bloß 4,8 ccm, auf die Hühnerbouillon 6,3 ccm sezerniert. Es erwies sich außerdem, daß die kleinen Fische (Anchovis, Meerbarbe) eine Bouillon gaben, welche eine noch reichlichere Magensaftsekretion bewirkte (im Mittel 12,3 ccm) als diejenige größerer Fische. Die Dauer der Sekretion bei Fischbouillon wie auch bei Fleisch- und Hühnerbouillon war beinahe die gleiche und betrug ungefähr 2 bis 3 Stunden für Fischbouillon und 2 Stunden für Fleisch- und Hühnerbouillon. Auch bei den Produkten der Eiweißverdauung der Fisch- und Fleischnahrung ergaben sich ähnliche Verhältnisse. Die Verdauungsprodukte der Eiweißstoffe des Fisches regen die Magensaftsekretion etwas energischer an als die Verdauungsprodukte aus Fleisch (Fisch im Mittel 9,8 ccm, Fleisch im Mittel 7,3 ccm). Boldyreff gibt weiterhin an, daß im ganzen bei den Versuchen demnach Fischnahrung die Bildung einer größeren Menge von Magensaft und gleichzeitig die Sekretion einer absolut größeren Menge Pepsin hervorrief und eine größere Sekretionsperiode bewirkte als bei der Fleischnahrung. Bei den Sekretionsversuchen am Pancreas konnte er zeigen, daß auch hier bei Fischnahrung mehr sezerniert wurde als bei einer N-äquivalenten Fleischnahrung und daß sich wie beim Magensekret bei der Fischnahrung der Saft konzentrierter und reicher an Eiweißferment als beim Fleisch erwies. Die absolute Fermentmenge war ebenfalls bei Fischnahrung größer. Der Verfasser kommt zu dem Ergebnis, daß bei der Fischnahrung von den beiden wichtigsten Verdauungsdrüsen (Magen- und Bauchspeicheldrüse) mehr Fermenteinheiten (Methode nach Mett) sezerniert werden, so daß das Defizit in dieser Hinsicht, welches durch die mangelhafte Sekretion des Magensaftes in der „psychischen Phase" bei Fischnahrung im Vergleich zur Fleischnahrung bewirkt wird, zuguterletzt mit einem Ueberschuß gedeckt wird. Bei der längeren Dauer der Sekretion erhält man allerdings den Eindruck, daß Fisch schwerer zu verdauen ist als Fleisch.

Weitere Einblicke in diese Verhältnisse brachten die Versuche von A. Bickel (18). Er konnte vor allem bei vergleichenden Versuchen am Pawlowschen Magenblindsackhund zeigen, daß Fischrogen, nämlich frischer Astrachan-Kaviar, die stärkste Magensaftsekretion verursachte, es folgte dann in kleinem Abstand der Preßkaviar, dann Kalbfleisch und in etwas größerem Abstand Rindfleisch. Die Magensaftsekretion dauerte beim Kaviar am längsten, am kürzesten währte sie bei Kalb- und Rindfleisch. Ferner teilte A. Bickel in dieser Arbeit die Ergebnisse von Versuchen über den Einfluß des Zanderfleisches und der daraus hergestellten Bouillon auf die Magensaftsekretion mit. Auch aus diesen Beobachtungen ergibt sich in Uebereinstimmung mit Boldyreff ein starker magensafttreibender Einfluß des Fischfleisches und im ganzen eine etwas größere sekretorische Leistung des Magens und des Pancreas bei Fischfleischnahrung im Gegensatz zur Fleischnahrung.

An Pawlowschen Magenblindsackhunden fand Bickel ferner, daß die magensafttreibende Wirkung der Zanderbouillon, Kalbfleischbouillon und Hühnerbouillon beträchtlich und etwa gleich groß war, während die entsprechende Wirkung der Rindfleischbouillon etwas dahinter zurückblieb. Weiterhin konnte festgestellt werden, daß auch das salzsaure Hydrolysat des Fischfleisches ein starker Sekretionserreger für die Magendrüsen war*). Es kam ein Hydrolysat zur Anwendung, das etwa 50 % Kochsalz enthielt und das aus Dorsch mit konzentrierter Salzsäure hergestellt worden war. Bei einem Vergleich der Sekretionswirkung von 4 g Hdrolysat, die in 200 ccm destilliertem Wasser gelöst waren, mit 200 ccm einer 1%igen Kochsalzlösung, d. h. bei gleicher NaCl-Zufuhr, am Pawlowschen Magenblindsackhund, wurden nach der Gabe der Kochsalzlösung 3,7 ccm Magensaft, nach der Gabe der Fischaminosäurenlösung 7,1 ccm Magensaft erhalten.

5. Die Resorption des Fischeiweißes im Verdauungskanal.

A. Bickel hat in seiner oben erwähnten Arbeit die Ausnützung des im Zanderfleisch enthaltenen Eiweißes im Darm an Hunden untersucht und gefunden, daß die Eiweißausnützung bei der Zanderzulage zu einer bestimmten

*) Ebendieselbe Arbeit S. 372.

Grundkost eine sehr vollständige war, wie aus den geringfügigen täglichen Kot-N-Werten bei den Versuchen hervorging. Es wurden bei den Versuchen 138 g Zanderfleisch, entsprechend 28,07 g Eiweiß (N × 6.25), roh abgewogen, dann gekocht, das Kochwasser wurde entfernt und das Zanderfleisch wurde einer Grundkost zugefügt, die aus 40 g Rindfleisch, 40 g Reis, 25 g Margarine und 2 g Kochsalz hergestellt war. Der Kot wurde mit Karmin abgegrenzt. Jeder Versuch dauerte 4 Tage. Es wurde alsdann die Trockenkotmenge bestimmt und mit ihr die Kjeldahl-Analyse auf Stickstoff gemacht. Das Ergebnis war folgendes:

Hund A.

Trockenkotmenge in der Zanderperiode in 4 Tagen: 11,5 g mit 0,4939 g N oder 0,1239 g N täglich.

Hund B.

Trockenkotmenge in der Zanderperiode in 4 Tagen: 14,5 g mit 0,5291 g N oder 0,1323 g N täglich*).

Mit Hilfe der gleichen Methodik untersuchte Bickel die Ausnutzung des im Fischrogen enthaltenen Eiweißes im Darm. Das Versuchstier erhielt zu der angeführten Grundkost eine Zulage von 92 g frischen Störkaviars (Osetrow), entsprechend 24.21 g Eiweiß. Diese Nahrung erhielt das Tier täglich an 4 aufeinanderfolgenden Tagen. Das Ergebnis war folgendes:

Trockenkotmenge in der Kaviarperiode in 4 Tagen: 12,0 g mit 0,9159 g N oder 0,228 g N täglich*).

Es ist demnach die Eiweißausnutzung beim Kaviar ebenfalls eine vorzügliche.

Auch W. A. Atwater (19) und G. Rosenfeld (20) hatten schon früher festgestellt, daß Fischfleisch ebensogut ausgenutzt wird wie das Fleisch der Schlachttiere; nicht so günstig sind dagegen nach J. König (21) die Resultate bei der Resorption von eingepökeltem und getrocknetem Fischfleisch — wenn auch die Abweichung nur unwesentlich sein soll.

Die folgende Tabelle, die dem Handbuch der Ernährungslehre von Noorden-Salomon (22) entnommen wurde und die von J. König aus Versuchen von Rubner und Atwater zusammengestellt wurde, zeigt in übersichtlicher Weise Werte, die als durchschnittliche Normalzahlen gelten können:

---

*) Ebendieselbe Arbeit S. 370.

*) Ebendieselbe Arbeit S. 365.

	Am Tage Trockensubstanz im Fleisch	im Kot	Am Tage N in Nahrung	im Kot	Verlust durch d. Kot Trockenbest.	N
	g	g	g	g	%	%
Rindfl.	289	13,4	36,6	0,86	4,5	2,3
Rindfl.	321	13,8	38,5	0,97	4,3	2,5
Fischfl.	326	16,0	45,1	0,93	4,9	2,0

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß die N-Substanz des Fleisches so gut wie restlos ausgenutzt wird (v. Noorden). Die Ausnutzung des Fischfleisches ist also durchaus nicht schlechter als die des Säugetier- und Vogelfleisches. Versuche von M. Rubner (22) haben in der Ausnutzbarkeit von Fleisch vom Rind und Fischfleisch keinen Unterschied ergeben: sie zeigten die gleich gute Aufnahme „unveränderten" Fischfleisches. Nur bei den vorher getrockneten Fischwaren sollen die Ergebnisse etwas ungünstiger sein.

Nach v. Noorden ist Fischfleisch tadelloser Beschaffenheit als besonders gut bekömmlich zu bezeichnen. Dafür spricht auch die vielfache Bewährung des Fisches in der Krankenkost bei den unterschiedlichen Diätformen — man denke an seine besondere Bevorzugung bei Gichtkranken wegen des durchschnittlich geringen Puringehaltes und an seine Eignung für Nierenkranke. Allerdings führt bei verschiedenen Erkrankungen, die in das Gebiet der exsudativen Diathese und der Gefäßneurosen gehören, mitunter der Fischgenuß zu eigenartigen Störungen des Allgemeinbefindens. Auch bei gewissen Hauterkrankungen kann der Fischgenuß eine Verschlimmerung des Leidens bewirken.

Bezüglich des Nährwertes des Fisches ist zu sagen, daß es nur bedingt richtig ist, daß der Nährwert geringer sei als der der Schlachttiere. Allerdings ist der ungenießbare Abfall beim Fisch ein größerer, er kann auf das Rohgewicht bezogen 50 % und mehr ausmachen (v. Noorden). Nach v. Noorden ergibt sich, daß der volle Nährwert einer gewissen Menge mageren Rindfleisches erreicht wird, wenn von magerem Fisch etwa 30 % mehr gegessen wird (auf das Rohgewicht bezogen); an N-Substanz soll dann sogar mehr aufgenommen werden. Vergleiche mit Kalbfleisch ergaben, daß die Mehraufnahme von Fisch nur 15—20 % zu betragen braucht. Dies ist bei Massenverpflegungen zu beachten.

Bekanntlich beherrscht bis zum gewissen Grade die Verweildauer im Magen das die Mahlzeit überdauernde nor-

male Sättigungsgefühl (Sättigungswert). Magere Fische sättigen weniger, während fette Fische stark sättigen. Die folgenden Werte bezüglich der Verweildauer verschiedener Fischspeisen im Magen beim gesunden Menschen sind einer Tabelle von F. Pentzoldt (23) entnommen:

Es verließen danach den Magen
in 2—3 Stunden:
72 g Austern, roh
200 g Karpfen, Hecht, Schellfisch, Stockfisch (gesotten)
in 3—4 Stunden:
200 g Rheinsalm, gesotten
200 g Neunaugen in Essig
ebenso Bücklinge, geräuchert
in 4—5 Stunden:
200 g Heringe in Salz.

Soviel wir auch jetzt schon über den ernährungsphysiologischen Wert von Fischfleisch gehört haben, so sind doch zwei Fragen, die für die Beurteilung durchaus wesentliche Bedeutung haben, noch ungeklärt:

1. Die Wertigkeit des Fischfleischeiweißes — abgesehen von seinem Vitamingehalt — für Wachstum und Deckung der Abnutzungsquote:
2. Die Wirkung des Fischfleisches auf den Ablauf des Betriebsstoffwechsels in regulatorischem Betracht.

Aus der auf Grund der Versuche von Thomas, Bogd und Durig, von Aron und Gralka zusammengestellten Tabelle in dem Oppenheimerschen Handbuch (28) der Biochemie ergibt sich die Wertigkeit des Fischeiweißes für den Baustoffwechsel zu etwa 95, wenn man den entsprechenden Wert für Fleischeiweiß mit 100—105 ansetzt.

In bezug auf seine Leistung für den Baustoffwechsel gehört also Fischeiweiß zur ersten Kategorie aller Nahrungseiweiße.

Zum Baustoffwechsel ist ja auch bis zum gewissen Sinn der Aufbau bestimmter Produkte im intermediären Stoffwechsel zu rechnen, bei denen das Körperwachstum unmittelbar nicht beteiligt ist. Da diese vorgebildeten Substanzen aber im großen Umfange auch wieder der Unterhaltung des Betriebes der Körpermaschinerie dienen, kann man wohl sagen, daß es sich hier um Vorgänge handelt, die eine gewisse Mittelstellung einnehmen und dem Bau- und

Betriebsstoffwechsel gleichzeitig angehören. Wir denken dabei z. B. an die Bildung von Hormonen mit stoffwechselregulatorischer Wirkung und vor allem auch an die Bildung und Deponierung von calorisch hochwertigem Reservematerial, wie es beispielsweise das Glycogen darstellt. Denn gerade bei der Frage der Möglichkeit der Glycogenbildung aus Eiweiß hat in den bekannten Versuchen von Junkersdorf und Pflüger (24) das Fischeiweiß eine ausschlaggebende Rolle gespielt, und zwar der Kabeljaumuskel, weil dieser fast glycogen- und fettfrei ist.

Ueber die Wirkung des Fischfleisches auf den Betriebsstoffwechsel im engeren Sinne war dagegen — abgesehen von der spezifisch-dynamischen Wirkung — nichts bekannt.

Aufgabe meiner vorliegenden Dissertation war, in der üblichen Weise eben diese Wirkung des Fischfleisches in Versuchen an weißen Ratten unter Bestimmung der Harnquotienten C : N und Vacat-O : N genauer festzulegen.

Vor einigen Jahren waren nun im hiesigen Laboratorium von Happe einige bisher unveröffentlichte Versuche über die Wirkung des Stockfischeiweißes auf die Lage der genannten Harnquotienten gemacht worden. An 10 Ratten von einem mittleren Körpergewicht von 170 g war in einer Woche eine Nahrung verfüttert worden, die aus 10 g Casein, 10 ccm Lebertran, 25 g Zucker, 60 g Kartoffelstärke, 2 g Salzgemisch (Mc. Collum'sches Salzgemisch Nr. 185), 10 ccm frischen Apfelsinensaft und etwa 600 ccm Wasser bestand. Dieses Nahrungsgemisch enthielt ungefähr bei Berechnung auf ein Tier und einen Tag 47 Calorien. Die Stockfischnahrung war genau so zusammengesetzt wie die Caseinnahrung und enthielt nur an Stelle des Caseins die N-äquimolekulare Menge von Stockfischfleisch. Es entsprachen 9,22 g Stockfischfleisch in dieser Hinsicht 10 g Casein. Auf ein Tier und einen Tag berechnet, enthielt diese Nahrung nur etwa 3 Cal. weniger als die Caseinnahrung — eine Differenz, die vernachlässigt werden kann. Der Versuch dauerte 3 Wochen. In der ersten Woche wurde die Caseinnahrung, in den zwei folgenden Wochen die Stockfischnahrung verfüttert. An den letzten 5 Tagen jeder Periode wurden die Analysen gemacht. Die Periodenmittelwerte der Harnquotienten finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt:

Periode	C : N	Vacat-O : N
1. Caseinnahrung	1,14	1,82
2. Stockfischnahrung	1,54	2,66
3. Stockfischnahrung	1,44	2,50

Das Körpergewicht blieb während des ganzen Versuches unter leichten Schwankungen unverändert. Auch sonst bot das Verhalten der Tiere nichts bemerkenswertes.

Auffallend war bei diesem Versuch, daß die Harnquotienten in den Stockfischperioden bemerkenswert höher lagen als in der Caseinperiode. (Stockfisch ist bekanntlich lediglich an der Küste durch das Einwirken der Sonne und der Luft langsam getrockneter Fisch.) Diese Hochlage der Harnquotienten war um so weniger zu erwarten, als sie früher bei der Verwendung von ad hoc im Laboratorium getrocknetem Ochsenfleisch zu analogen Versuchen vermißt worden war. Das frische Fleisch war bei diesen Versuchen fein vermahlen worden und über der Zentralheizung rasch getrocknet worden. Die Bereitung des Trockenfleisches im Laboratorium geschah also doch in wesentlich anderer Weise, als es bei der Stockfischbereitung üblich ist. — Andererseits hatte Götting in zwei übereinstimmenden, noch unveröffentlichten Vergleichsversuchen an sich selbst im hiesigen Laboratorium gefunden, daß kein Unterschied in der Wirkung auf die Harnquotienten zwischen geräuchertem Hering und frischem Hering besteht. Bei der angewandten Diät, bei der der Gesamt-Eiweißgehalt der täglichen Kost etwa 78 g betrug, war das Fischeiweiß mit 57 g vertreten.

Zwei Drittel des gesamten Nahrungseiweißes wurden also von Fischeiweiß gedeckt, so daß sich dieses letztere in genügend intensiver Weise auf den intermediären Stoffwechsel auswirken konnte. Die Harnquotienten lagen bei diesen Versuchen durchgängig so tief, wie man es bei einer analog zusammengesetzten Fleischnahrung beim Menschen zu sehen gewohnt ist: nämlich C : N bei 0,8 und Vacat-O : N bei 1,1.

Diese Göttingschen Versuche zeigten, daß das frische Fischfleisch eine niedrige Harnquotientenlage garantiert, wenn es in überwiegender Menge das Nahrungseiweiß bildet und wenn unter den übrigen Nahrungseiweißträgern auch noch solche vorherrschen, mit denen eine niedrige Harnquotientenlage verbunden ist, wenn jeweils einer von ihnen das gesamte Nahrungseiweiß in der gemischten Nahrung darstellt. In den Götting'schen Versuchen handelte es sich dabei hauptsächlich um Weizeneiweiß.

In diesem Versuch am Menschen war, wie gesagt, das Fischfleisch nicht der einzige Stickstoffträger der Nahrung.

Es fehlte außerdem der genaue Vergleich mit der Caseinnahrung. Um nun festzustellen, ob das frische Fischfleisch sich in dem genannten Betracht ähnlicher dem Casein als dem Stockfischfleisch verhält, war es erforderlich, dahingehende Vergleichsversuche an Ratten anzustellen, bei denen in einer ersten Periode Casein, in den folgenden Perioden aber das frische Fischfleisch der Nahrungseiweißträger war.

Die Schwierigkeit bei der Ausführung dieses Versuches bestand nun darin, tagtäglich im Stickstoffgehalt gleiche Mengen zu verfüttern, wenn man täglich frischen Fisch nahm. Man hätte dies umgehen können, wenn man sich einer gekochten Fischkonserve bedient hätte, aber wir wollten ja gerade unsere Versuche möglichst der Praxis bei der Volksernährung mit Fisch anpassen und eine Nahrung den Versuchstieren geben, in der der Fisch nur so kurz erhitzt war, wie es bei der Zubereitung von gekochtem Fisch in der Küche üblich ist. Wir konnten daher nur approximativ die Eiweißmenge berechnen, da beim frischen Fischfleisch mit seinem hohen Wassergehalt sehr leicht der Eiweißgehalt wechselt.

Die Versuche, über die ich in folgendem nun berichte, wurden mit frischem Schellfischfleisch angestellt. Nach den Tabellen von Schall-Heisler enthält 1 g frischer Schellfischmuskel 0,169 g Eiweiß = 0,027 g Stickstoff (N × 6,25 = Eiweiß). Im Durchschnitt einiger von uns ad hoc angestellten Analysen enthielt 1 g Schellfischfleisch 0,026 g N und 1 g des bei den Versuchen verwandten Caseins 0,1289 g N. Es entsprachen also hinsichtlich des Stickstoffgehaltes 10,0 g Casein etwa 49 g frischem Schellfischfleisch.

Obgleich wir uns bei der Zumessung des Fischfleisches an dieses Gewicht Tag für Tag genau hielten, waren dennoch die Harnstickstoffmengen schwankend und in der Regel erheblich höher als es der Annahme entsprach. Gelegentlich aber kamen auch Harnstickstoffwerte vor, die der theoretischen Berechnung entsprachen, d. h. die ebenso hoch waren wie die Harnstickstoffwerte in der zugehörigen Caseinperiode. In dem Versuch 2 war in der 3. Periode im Durchschnitt erreicht worden, daß der mittlere Stickstoffwert in dieser Schellfischperiode mit 981 mg gegenüber dem mittleren Stickstoffwert in der zugehörigen Caseinperiode mit 744 mg nur 24 % höher war. Bei der Größenordnung der angewandten Caseinmenge von 1 g pro

Tag und Tier macht sich bei derartigen Rattenversuchen eine Differenz in der Eiweißversorgung des Körpers von 25% nach den Untersuchungen von W. Feichtmayer (25) auf die Harnquotientenlage nicht geltend. Bei dem genannten Verhältnis der Harnstickstoffwerte darf man also annehmen, daß in der genannten Schellfischperiode die Eiweißversorgung nicht über 25% besser gewesen sein wird als in der korrespondierenden Caseinperiode. Die Mittelwerte der Harnquotienten waren aber in der Schellfischperiode erniedrigt. C : N sehr wenig, aber Vacat-O : N erheblicher. Wenn man nun einzelne Tageswerte vergleicht, bei denen der Harnstickstoffgehalt in den genannten Casein- und Schellfischperioden ungefähr gleich war: nämlich den 4. Analysentag der Caseinperiode mit 748 mg Harnstickstoff und den 15. Analysentag in der Schellfischperiode mit 758 mg Harnstickstoff, dann findet man das nämliche wie bei der Betrachtung der Periodenmittelwerte: C : N betrug in der Caseinperiode 1,14, in der Schellfischperiode 0,94; Vacat-O : N in der Caseinperiode am gleichen Tag 1,79, in der Schellfischperiode 1,19. Man findet dasselbe, wenn man in der Caseinperiode den 5. Analysentag mit 819 mg Harnstickstoff mit dem 13. Analysentag in der Schellfischperiode mit 816 mg Harnstickstoff vergleicht. In der Caseinperiode betrug in diesem Tag C : N 1,03, Vacat-O : N 1,87; in der Schellfischperiode lagen an dem genannten Tag C : N bei 0,89 und Vacat-O : N bei 1,25 (s. Tabellen).

Daran kann also kaum ein Zweifel sein, daß bei gleichen Harnstickstoffwerten die Harnquotienten, und zwar vorzüglich der Oxydationsquotient in der Schellfischperiode tiefer liegen als in der Caseinperiode. Immer wird im Verhältnis zum Stickstoff in den Schellfischperioden eine sehr leicht verminderte Kohlenstoffmenge aber eine stark verminderte Vacat-O Menge notiert.

Die Werte aber, die wir bei der Betrachtung derselben Harnstickstoffmenge in der Casein- oder Schellfischperiode oder auch bei gering differierenden Periodenmittelwerten für den Harnstickstoff für die beiden Harnquotienten fanden, treffen wir nun durchgängig bei den beiden Versuchen an. In allen Perioden aller Versuche liegt der Kohlenstoffquotient in sämtlichen Schellfischperioden eine Spur unter dem Wert, den er in den Caseinperioden der beiden Versuche hatte; der Oxydationsquotient liegt durchgängig in der Schellfischperiode wesentlich tiefer als in den beiden

Caseinperioden. Ueberhaupt ist die Uebereinstimmung der beiden Versuche in ihrem gesamten Verlauf hinsichtlich der Harnquotientengestaltung so gut, wie man es bei derartigen Versuchen nur erwarten kann.

Im einzelnen ist zu den Versuchen noch zu bemerken, daß in den Schellfischperioden das Körpergewicht eine sehr leichte Tendenz zur Zunahme erkennen ließ. Die Harnmengen zeigten kaum Besonderheiten. Auf die Aufstellung einer Stickstoffbilanz wurde verzichtet, da bei derartigen Gruppenversuchen an Ratten mit Harnverlusten immer gerechnet werden muß und ja der Nahrungs-Stickstoff überhaupt nicht genau bekannt war. Die Trockenkotmenge war in den Schellfischperioden gegenüber den Caseinperioden eher etwas vermindert, was für die gute Ausnützung der Nahrung spricht. Die Kotstickstoffmengen waren in allen Perioden sehr ähnlich.

Versuchstechnisch ist zu erwähnen, daß je 10 Tiere gemeinsam in einem Stoffwechselkäfig saßen und daß an den letzten 5 Tagen jeder Periode in der täglichen Sammelharnmenge von 10 Tieren der Stickstoff nach der Halb-Mikromethode von Kjeldahl, der Kohlenstoff nach der Mikromethode von Nicloux-Osuko (26) und Vacat-O nach der Mikromethode von Müller-Kanitz (27) bestimmt wurden. Die Periodenmittelwerte für die Quotienten wurden durch Division der Periodenmittelwerte für Kohlenstoff, Vacat-O und Stickstoff gefunden. In den Uebersichtstabellen beziehen sich die Zahlen für den Trockenkot und Kotstickstoff auf die 5 Analysentage jeder Periode. Der Harn der Tiere war immer frei von Eiweiß und Zucker. Die Tagesration des Futters wurde immer quantitativ von den 10 Tieren aufgefressen. Die Nahrungszubereitung erfolgte derart, daß das frische Fischfleisch fein zerhackt wurde und mit der Kartoffelstärke, Zucker und Wasser zu einem Brei kurz aufgekocht wurde. Die Vitaminträger Lebertran und Apfelsinensaft wurden zum Zwecke der Vitaminschonung erst nach dem Kochen dem Brei untergemischt. Es war dafür Sorge getragen, daß das Fischfleisch sehr gleichmäßig im ganzen Nahrungsbrei verteilt war. Die Caseindiät wurde in entsprechender Weise zubereitet.

Tägliche Futtermenge für je 10 Ratten:
(Versuch I und II)

Es enthalten:

1 g Casein	0,1289 g N
1 g Schellfisch	0,026 g N
1 g Stärke	0,0008 g N

Pernode I:

Casein	10,0 g
Lebertran	25,0 ccm
Zucker	60,0 g
Kartoffelstärke	50,0 g
Salzgemisch (Mc. Collum Nr. 185)	2,0 g
Apfelsinensaft	10,0 ccm
Wasser	ca. 600,0 ccm

Periode II:

Schellfisch	49,0 g
Lebertran	25,00 ccm
Zucker	60,0 g
Kartoffelstärke	50,0 g
Salzgemisch (Mc. Collum Nr. 185)	2,0 g
Apfelsinensaft	10,0 ccm
Wasser	ca. 600,0 ccm

Periode III: wie Periode II.

Versuch I Analysentabelle (10 Ratten)

Analysen-tagNr.	Körper-gewicht in g	Harn-menge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C:N	Vacat-O:N	O:C
			Periode 1: Casein.					
1	224	288	516	800	484	1,07	1,65	1,55
2	224	296	521	790	485	1,07	1,63	1,52
3	225	160	781	1229	720	1,08	1,70	1,57
4	225	155	812	1302	766	1,06	1,69	1,60
5	226	160	677	1058	634	1,07	1,67	1,56
Periodendurchschn. Werte:			661	1036	618	1,07	1,66	1,57
			Periode 2: Schellfisch.					
6	230	160	1333	1646	1514	0,88	1,09	1,23
7	232	138	1107	1420	1309	0,85	1,08	1,28
8	232	155	1369	2027	1607	0,89	1,26	1,48
9	233	148	1024	1513	1151	0,89	1,31	1,48
10	233	162	1310	1667	1518	0,86	1,09	1,27
Periodendurchschn. Werte:			1228	1655	1419	0,87	1,16	1,35
			Periode 3: Schellfisch.					
11	233	148	930	1345	932	0,99	1,44	1,44
12	232	152	860	1113	977	0,88	1,14	1,28
13	232	162	1008	1186	1051	0,96	1,13	1,18
14	233	168	1176	1648	1381	0,85	1,19	1,40
15	233	171	999	1284	1120	0,89	1,15	1,29
Periodendurchschn. Werte:			995	1315	1092	0,91	1,20	1,32

Versuch II Analysentabelle (10 Ratten).

Analysen-tag Nr.	Körper-gewicht i. g	Harn-menge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O. mg	Harn-N mg	C : N	Vacat-O : N	O:C
			Periode 1: Casein					
1	266	481	759	1082	707	1,07	1,53	1,42
2	266	490	784	481	745	1,05	1,59	1,51
3	265	230	828	1221	701	1,18	1,74	1,47
4	266	198	851	1342	748	1,14	1,79	1,58
5	266	252	844	1531	819	1,03	1,87	1,81
Periodendurchschn. Werte:			813	1272	744	1,09	1,71	1,56
			Periode 2: Schellfisch.					
6	270	150	1556	1884	1591	0,98	1,18	1,21
7	269	148	1603	1700	1678	0,95	1,01	1,06
8	271	151	1349	1643	1489	0,90	1,10	1,22
9	271	139	944	1328	1062	0,89	1,25	1,40
10	271	168	1001	1393	1134	0,88	1,23	1,39
Periodendurchschn. Werte:			1290	1589	1391	0,93	1,14	1,23
			Periode 3: Schellfisch.					
11	270	151	1079	1255	1167	0,92	1,07	1,16
12	269	160	1027	1347	1256	0,82	1,07	1,31
13	269	198	730	1019	816	0,89	1,25	1,39
14	270	170	790	965	906	0,87	1,07	1,22
15	270	210	709	899	758	0,94	1,19	1,27
Periodendurchschn. Werte:			868	1097	981	0,88	1,12	1,26

Versuch I. Uebersichtstabelle (10 Ratten)

Periode Nr.	Körper-gewicht g	Harn-menge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C:N	VO:N	Kot-N g	Trocken-kotmenge g
I Casein	224,8	211,8	661	1036	618	1,07	1,66	0,61	12,5
II Schell-fisch	232,0	152,6	1228	1655	1419	0,87	1,16	0,42	8,4
III Schell-fisch	232,6	160,2	995	1315	1092	0,91	1,20	0,59	11,1

Versuch II. Uebersichtstabelle (10 Ratten)

I Casein	265,8	310,2	813	1272	744	1,09	1,71	0,43	13,9
II Schell-fisch	270,4	151,2	1290	1589	1391	0,93	1,14	0,48	8,9
III Schell-fisch	269,6	177,8	868	1097	981	0,88	1,12	0,48	10,7

Zusammenfassende Betrachtung.

Wenn man die Gesamtheit der Versuche betrachtet, die bis jetzt über die Harnquotientenlage bei der Ernährung mit einer definierten Nahrung vorliegen, in der das Fischmuskeleiweiß der alleinige Nahrungsstickstoffträger ist, dann kann man als gesichert ansehen, daß bei der Ratte und beim Menschen in solchem Falle eine niedrige Lage der Harnquotienten eingehalten wird. Das zeigen ebensowohl die Versuche von Götting am Menschen bei einer Nahrung, in der der Stickstoff etwa zu zwei Drittel von Fischfleischstickstoff gedeckt wurde, wie auch meine eigenen Versuche an Ratten, bei denen das Fischmuskelfleisch praktisch der alleinige Nahrungsstickstoffträger war: denn die die Kartoffelstärke, die in meinen Versuchen verwandt wurde, verunreinigenden Stickstoffspuren können unberücksichtigt bleiben. Meine eigenen Experimente zeigen außerdem aber, daß im Vergleich zum Casein als Nahrungsstickstoffträger der Fischmuskel weniger bei C : N, deutlich aber bei Vacat-O : N den entsprechenden Wert bei der Vergleichsnahrung mit Casein unterbietet. Auffallend bleibt demgegenüber die gelegentliche Beobachtung, die im hiesigen Laboratorium früher einmal gemacht wurde, nach der bei entsprechenden Vergleichsversuchen zwischen einer Caseindiät und einer Diät, bei der das Casein in sehr genauer Weise N-äquimolekular durch Stockfischfleisch ersetzt worden war, bei der Stockfischdiät die Harnquotienten ganz wesentlich höher lagen als bei der Caseindiät. Daß der Räucherprozeß beim Fisch — so wie er bei der Fischräucherung gehandhabt wird — keine Aenderung der ernährungsphysiologischen Wirkung des Fischmuskels herbeiführt, zeigten die Versuche Göttings. Daß der langsame Trocknungsprozeß — wie er bei der Stockfischbereitung angewandt wird — den ernährungsphysiologischen Wert des Fischmuskels nicht unerheblich ändert — darauf deutet mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit der erwähnte Stockfischversuch von Happe hin.

Mit der Wirkung des Fischmuskelfleisches auf die Harnquotientenlage erwies sich nun sehr ähnlich ein Hydrolysat aus Fisch, das in einem ebenfalls vor Jahren im hiesigen Laboratorium von Happe angestellten Versuch eine Harnquotientenlage bei einer Gruppe von 10 Ratten hervorrief, die die entsprechenden Werte bei der Vergleichsnahrung mit

Casein bei C : N kaum, bei Vacat-O : N aber deutlich unterbot, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

	C : N	Vacat-O : N
Caseinnahrung	1,14	1,82
Fischhydrolysat	1,05	1,45

Es ist gewiß bemerkenswert, wie ähnlich das Verhalten dieses Säurehydrolysates von Fisch und dasjenige des frischen Fischfleisches im Stoffwechsel ist. Dieses Säurehydrolysat, das ein feines, schneeweißes nicht mit dem Fischgeruch behaftetes kristallinisches Pulver darstellte, ist im Hinblick auf seine Aminosäuren-Zusammensetzung von A b d e r h a l d e n genau untersucht worden. Auf diese Analyse ist in meiner Einleitung hingewiesen worden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor B i c k e l für die freundliche Ueberlassung des Themas und für wertvolle Ratschläge während der Ausführung der Arbeit und für die Durchsicht derselben an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Literatur-Verzeichnis.

1. W. Ziegelmayer: Rohstoff-Fragen der Deutschen Volksernährung. „Rohstoff Fisch" 1937 (2. Aufl.). Verlag Th. Steinkopff, Dresden und Leipzig.
2. A. Bömer, A. Juckenack, J. Tillmanns: Handbuch der Lebensmittelchemie. Bd. III, Tierische Lebensmittel. 2. Teil „Fleisch von Kaltblütern". A. Fische. Von A. Behre-Altona. Verlag Springer, Berlin 1933.
3. E. Abderhalden: Vortr.Sitzung d. dtsch. Naturf. (Leopoldina) vom 13. II. 1935. Dtsch. Fischerei-Rdsch. 1936, 193—194. Mit E. Bärtich u. W. Ziesecke, Z. physiol. Chem. 240, 152 (1936).
4. E. Abderhalden: Biochem. Handlexikon XIV. Bd. (7. Ergänzungsband), S. 107 „Proteine des Fischfleisches".
5. Dr. Josef Schormüller: Mitteilung aus dem Reichsgesundheitsamt in Berlin NW 87. Zeitschrift f. Untersuchung der Lebensmittel. 74. Bd, Heft 1, Juli 1937. „Ueber Fischeiweiß".
6. J. König: Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. Nachtrag zu Bd. I. A. Zusammensetzung der tierischen Nahrungs- und Genußmittel. Bearb. von Dr. J. Großfeld, Dr. A. Splittgerber, Dr. W. Sutthoff. S. 120. Verlag Springer, Berlin 1919.
7. A. Scheunert: Handbuch der Lebensmittelchemie. Herausgegeb. von A. Bömer, A. Juckenack und J. Tillmanns. 1. Bd. Allgemeine Bestandteile Lebensmittel. „Vitamine", S. 768 ff. Verlag Springer, Berlin 1933.
8. J. C. Drummond: Journ. Physiolog. 1918, **52**, 95.
9. K. H. Coward u. J. C. Drummond: Biochem. Journal 1921, **15**, 530, und 1922, **16**, 631.
10. J. C. Drummond und S. S. Zilva: Journ. Soc. chem. Ind. 1922, **41**, 280 T.
11. E. V. Mc. Collum, N. Simmonds: Journ. Biol. Chem. 1922, **50**, 5. P. G. Shipley und E. A. Park.
12. Mc. Collum, Simmonds und Becker: Journ. Biol. Chem. 1925, **64**, 161.
13. E. Poulsson: Ber. ges. Physiol. 1931, **61**, 471.
14. H. M. Evans und G. O. Burr: The Antisterility Vitamine fat soluble E. University of California Press, Berkeley California 1927. Memoirs of the University of California. Bd. 8.
15. E. A. Cooper: Journ. Hygiene 1912, 12, 436.
16. H. Chick und E. M. Hume: Journ. Roy. Army Med. Corps 1917, 29, 121.
17. W. N. Boldyreff: Arch. f. Verdauungskrankheiten. Bd. XV., 1, 268 (1909).
18. A. Bickel: Experimentell-diätetische Untersuchungen über den Genuß von Fischfleisch und Fischrogen. Arch. f. Verdauungskrankheiten. Bd. 52 (1932), Heft 5/6.
19. Atwater: Ueber die Ausnutzung des Fischfleisches im Darmkanal im Vergleich mit der des Rindfleisches. Zeitschr. f. Biol. 24, 16. 1887.
20. Rosenfeld: Der Nahrungswert des Fischfleisches. Zentralbl. f. inn. Med. 1906 Nr. 7.
21. J. König: 2. 216. 1904.
22. Noorden-Salomon: Handbuch d. Ernährungslehre. 1. Bd. Allgem. Diätetik. S. 174 und S. 194 ff. Verlag Springer-Berlin 1920.
23. Pentzoldt: Zur Lehre v. d. menschl. Magenverdauung. Dtsch. Arch. f. Klin. Med. 51. 535, 1893 u. 53. 209, 1894.

24. Pflüger und Junkersdorf: Pflügers Arch. 1910, Bd. 131.
25. W. Feichtmayer: Arch. f. Verdauungskrankht. 1936. 60. S. 195.
26. Osuka: Biochem. Zeitschr. Bd. 246. S. 104, 1932.
27. Kanitz: Biochem. Zeitschr. Bd. 249, S. 234, 1932 und ebenda Bd. 257, S. 361, 1933.
28. Oppenheimer: Handbuch der Biochemie, 2. Aufl. Bd. IV. 1923. S. 335.

Lebenslauf.

Am 24. 7. 1911 wurde ich, Hans Gerhard Vogel, in Leipzig als Sohn des Schulrates Paul Vogel und seiner Ehefrau Selma geb. Peitzsch geboren. Ich besuchte die Volksschule und das Realgymnasium anfangs in Leipzig, später in Gera und Weimar. Ostern 1931 erlangte ich am Realgymnasium zu Weimar das Zeugnis der Reife. Im Sommer-Semester 1931 bezog ich die Universität zu Würzburg, um Medizin zu studieren. Ende des Sommer-Semesters 1933 bestand ich in Würzburg das Physikum. Im Winter-Semester 1933/34 und im Sommer-Semester 1934 studierte ich die beiden ersten klinischen Semester an der Universität Jena. Am 1. 11. 1934 wurde ich als Fahnenjunker (im San.-Korps) im Infanterie-Regiment 11 aufgenommen, gleichzeitig belegte ich während des Wintersemesters 1934/35 Vorlesungen an der Universität Leipzig. Am 1. April 1935 wurde ich zur Militärärztlichen Akademie Berlin kommandiert. Die letzten klinischen Semester hörte ich an der Universität Berlin und im Herbst 1936 legte ich in Berlin das medizinische Staatsexamen ab. Nach Beendigung des Examens wurde ich an das Standortlazarett Görlitz als Unterarzt versetzt. Am 24. 10. 1937 erlangte ich die Approbation als Arzt und wurde zum Assistenzarzt befördert. Am 1. August 1938 erfolgte meine Ernennung zum Oberarzt und am 10. November 1938 wurde ich zur Sanitäts-Staffel Stendal versetzt, bei der ich zur Zeit als Truppenarzt tätig bin.

Die Experimente zur vorliegenden Arbeit fertigte ich während eines Urlaubes im Winter 1937 im pathologisch-physiologischen Institut der Universität Berlin an, und den theoretischen Teil bearbeitete ich an Hand der Literatur im Sommer 1938. Beendet wurde die Arbeit im Januar 1939.